

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-340589
(P2005-340589A)

(43) 公開日 平成17年12月8日(2005.12.8)

(51) Int.Cl.⁷
H01C 7/02F 1
H01C 7/02テーマコード(参考)
5 E 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2004-158971 (P2004-158971) | (71) 出願人 | 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡市東神足1丁目10番1号 |
| (22) 出願日 | 平成16年5月28日 (2004.5.28) | (74) 代理人 | 100085143 弁理士 小柴 雅昭 |
| | | (72) 発明者 | 三原 賢二良 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内 |
| | | (72) 発明者 | 新見 秀明 京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内 |
| | | F ターム(参考) | 5E034 AA02 AB01 DA07 DC03 DC10 DE14 |

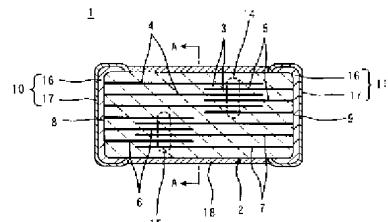
(54) 【発明の名称】 積層型正特性サーミスタ

(57) 【要約】

【課題】 積層型正特性サーミスタの耐電圧性能を向上させる。

【解決手段】 積層体2の内部に形成される第1組の内部電極4および5の互いに重なり合う部分の中央部にもたらされるホットスポット14と、第2組の内部電極6および7の互いに重なり合う部分の中央部にもたらされるホットスポット15とを、主面方向および積層方向の双方に関して、積層体2の中央部から離れた位置に位置させるとともに、これらスポット14および15を互いに異なる位置に位置させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

正の抵抗温度係数を有し、かつ積層された複数のサーミスタ層、および前記サーミスタ層間の所定の複数の界面に沿ってそれぞれ形成される複数の内部電極を含む、積層体と、

前記積層体の外表面上の互いに異なる位置に形成される、第1および第2の外部電極とを備え、

複数の前記内部電極のすべてが、前記積層体の外表面にまで引き出され、かつ、前記第1および第2の外部電極のいずれかに電気的に接続され、

複数の前記内部電極を、前記第1の外部電極に電気的に接続される第1の内部電極と前記第2の外部電極に電気的に接続される第2の内部電極とに分類したとき、各々の一部が前記サーミスタ層を挟んで互いに重なり合った状態で、複数組の前記第1および第2の内部電極が、前記積層体の内部に配置されていて、

互いに重なり合う複数組の前記第1および第2の内部電極のうち、少なくとも1組の前記第1および第2の内部電極については、前記サーミスタ層の正面方向での中央部からはずれた位置に、互いに重なり合う部分の中央部を位置させている、

積層型正特性サーミスタ。

【請求項 2】

互いに重なり合う複数組の前記第1および第2の内部電極は、互いに重なり合う部分の中央部を互いに異なる位置に位置させている第1組および第2組の前記第1および第2の内部電極を備える、請求項1に記載の積層型正特性サーミスタ。

【請求項 3】

前記第1組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部ならびに前記第2組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部は、ともに、前記サーミスタ層の正面方向での中央部からはずれた位置に位置している、請求項2に記載の積層型正特性サーミスタ。

【請求項 4】

前記第1および第2の外部電極は、前記積層体の相対向する第1および第2の端面上に形成され、前記第1の内部電極は、前記積層体の前記第1の端面から前記第2の端面に向かって延びるように形成され、前記第2の内部電極は、前記積層体の前記第2の端面から前記第1の端面に向かって延びるように形成される、請求項1ないし3のいずれかに記載の積層型正特性サーミスタ。

【請求項 5】

互いに重なり合う前記第1および第2の内部電極の、互いに重なり合う部分の中央部の位置は、前記第1および第2の内部電極の、前記第1および第2の端面間を結ぶ方向での寸法を調整した結果として与えられたものである、請求項4に記載の積層型正特性サーミスタ。

【請求項 6】

互いに重なり合う前記第1および第2の内部電極の、互いに重なり合う部分の中央部の位置は、前記第1および第2の内部電極の、前記第1および第2の端面間を結ぶ方向とは直交する方向での寸法を調整した結果として与えられたものである、請求項4に記載の積層型正特性サーミスタ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、積層型正特性サーミスタに関するもので、特に、積層型正特性サーミスタの耐電圧性能の向上を図るための改良に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

積層型正特性サーミスタは、一般的に、次のような構造を有している（たとえば、特許文献1参照）。

10

20

30

40

50

【0003】

すなわち、積層型正特性サーミスタは、正の抵抗温度係数を有する、積層された複数のサーミスタ層をもって構成される直方体状の積層体と、この積層体の外表面上であって互いに対向する第1および第2の端面上にそれぞれ形成される第1および第2の外部電極とを備えている。

【0004】

また、積層体の内部であって複数のサーミスタ層間の所定の界面に沿って、各々複数の第1および第2の内部電極が形成される。第1および第2の内部電極は、それぞれ、第1および第2の外部電極に電気的に接続され、かつ、各々の一部が互いに重なり合った状態で積層方向に交互に配置されている。

10

【特許文献1】特開平5-47508号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

正特性サーミスタにとって必要な性能として、耐電圧性能がある。耐電圧性能を、上述したような構造を有する積層型正特性サーミスタについて評価すると、積層体の中央部において、破壊が生じることがある。そして、このような破壊が生じやすいのは、より具体的には、積層方向に関しては、第1および第2の内部電極の配置部分における、積層方向での中央部であり、サーミスタ層の主面方向に関しては、第1および第2の内部電極が重なり合った部分における、主面方向での中央部である。

20

【0006】

この破壊は、サーミスタ層を構成する半導体セラミックの熱溶解によって引き起こされるものである。より詳細には、耐電圧性能を評価するため、積層型正特性サーミスタに電圧を印加したとき、正特性を有する半導体セラミック自体が自己発熱し、積層体が発熱する。この発熱によってもたらされる熱がこもる積層体の中央部がホットスポットとなり、その結果、これが熱暴走を引き起こしてサーミスタ層を構成する半導体セラミックを熱溶解させることから、上述のような積層体の中央部での破壊に至るものと考えられる。

20

【0007】

そこで、この発明の目的は、上述のような耐電圧性能の向上を図り得る積層型正特性サーミスタの構造を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】**【0008】**

この発明に係る積層型正特性サーミスタは、正の抵抗温度係数を有し、かつ積層された複数のサーミスタ層、およびサーミスタ層間の所定の複数の界面に沿ってそれぞれ形成される複数の内部電極を含む、積層体と、積層体の外表面上の互いに異なる位置に形成される、第1および第2の外部電極とを備えている。

30

【0009】

また、複数の内部電極のすべてが、積層体の外表面にまで引き出され、かつ、第1および第2の外部電極のいずれかに電気的に接続されている。ここで、複数の内部電極を、第1の外部電極に電気的に接続される第1の内部電極と第2の外部電極に電気的に接続される第2の内部電極とに分類したとき、各々の一部がサーミスタ層を挟んで互いに重なり合った状態で、複数組の第1および第2の内部電極が、積層体の内部に配置されている。

40

【0010】

そして、この発明では、前述した技術的課題を解決するため、互いに重なり合う複数組の第1および第2の内部電極のうち、少なくとも1組の第1および第2の内部電極については、サーミスタ層の主面方向での中央部からはずれた位置に、互いに重なり合う部分の中央部を位置させていることを特徴としている。

【0011】

この発明に係る積層型正特性サーミスタにおいて、互いに重なり合う複数組の第1および第2の内部電極は、互いに重なり合う部分の中央部を互いに異なる位置に位置させてい

50

る第1組および第2組の第1および第2の内部電極を備えていることが好ましい。

【0012】

上述の場合、第1組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部ならびに第2組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部は、ともに、サーミスタ層の主面方向での中央部からはずれた位置に位置していることが好ましい。

【0013】

また、この発明に係る積層型正特性サーミスタにおいて、特定的な実施態様では、第1および第2の外部電極は、積層体の相対向する第1および第2の端面上に形成され、第1の内部電極は、積層体の第1の端面から第2の端面に向かって延びるように形成され、第2の内部電極は、積層体の第2の端面から第1の端面に向かって延びるように形成される。

【0014】

上述のような実施態様において、互いに重なり合う第1および第2の内部電極の、互いに重なり合う部分の中央部の位置は、第1および第2の内部電極の、第1および第2の端面間を結ぶ方向での寸法を調整した結果として与えられたものであっても、あるいは、第1および第2の内部電極の、第1および第2の端面間を結ぶ方向とは直交する方向での寸法を調整した結果として与えられたものであってもよい。

【発明の効果】

【0015】

この発明によれば、互いに重なり合う複数組の第1および第2の内部電極のうち、少なくとも1組の第1および第2の内部電極については、サーミスタ層の主面方向での中央部からはずれた位置に、互いに重なり合う部分の中央部を位置させているので、このような第1および第2の内部電極が与えるホットスポットは、積層体の中央部からはずれて位置される。そのため、ここでの熱は、こもりにくく放散されやすくなる。したがって、熱暴走による破壊が生じにくくなり、積層型正特性サーミスタの耐電圧性能を向上させることができる。

【0016】

また、この発明によれば、複数の内部電極のすべてが積層体の外表面にまで引き出され、かつ、外部電極に電気的に接続されているので、内部電極から外部電極へと熱が伝わりやすく、また、外部電極を通して外部へ熱が放散されやすい。このことも、上述した耐電圧性能の向上に寄与する。

【0017】

この発明において、互いに重なり合う複数の第1および第2の内部電極が、互いに重なり合う部分の中央部を互いに異なる位置に位置させている第1組および第2組の第1および第2の内部電極を備えていると、ホットスポットを2箇所に分布させることができる。そのため、特定の部分での発熱が緩和され、熱暴走による破壊がより生じにくくなり、積層型正特性サーミスタの耐電圧性能をより向上させることができる。

【0018】

上述の場合において、第1組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部ならびに第2組の第1および第2の内部電極の互いに重なり合う部分の中央部が、ともに、サーミスタ層の主面方向での中央部からはずれた位置に位置していると、第1組および第2組の双方について、第1および第2の内部電極が与えるホットスポットを、積層体の中央部からはずれて位置させることができる。したがって、熱が、よりこもりにくくなり、放散されやすくなつて、積層型正特性サーミスタの耐電圧性能を一層向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は、この発明の第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1を断面で示す正面図である。図2は、図1に示した積層型正特性サーミスタ1を断面で示す平面図である。図2(a)～(d)において、積層型正特性サーミスタ1は、互いに異なる断面をもつて

示されている。

【0020】

積層型正特性サーミスタ1は、素子本体としての直方体状の積層体2を備えている。積層体2は、正の抵抗温度係数を有する、たとえばBaTiO₃系の半導体セラミックからなる複数のサーミスタ層3を積層した構造を有している。また、積層体2は、通常、バーレル研磨等によって、その角部分および稜線部分において丸くされている。

【0021】

積層体2の内部であって複数のサーミスタ層3間の所定の複数の界面に沿って複数の内部電極4～7が形成されている。内部電極4～7は、たとえばニッケルを導電成分として含んでいる。

【0022】

積層体2の外表面上であって、相対向する第1および第2の端面8および9上には、第1および第2の外部電極10および11がそれぞれ形成されている。前述した複数の内部電極4～7のすべては、積層体2の外表面にまで引き出され、かつ、第1および第2の外部電極10および11のいずれかに電気的に接続される。

【0023】

複数の内部電極4～7は、第1の外部電極10に電気的に接続される第1の内部電極4および6と第2の外部電極11に電気的に接続される第2の内部電極5および7とに分類される。

【0024】

また、複数の内部電極4～7は、第1組の第1および第2の内部電極4および5と第2組の第1および第2の内部電極6および7とに分類することができる。第1組の第1および第2の内部電極4および5ならびに第2組の第1および第2の内部電極6および7は、ともに、各々の一部がサーミスタ層3を挟んで互いに重なり合った状態で、積層体2の内部に配置されている。

【0025】

第1組の第1の内部電極4の平面形状が図2(a)に、第1組の第2の内部電極5の平面形状が図2(b)に、第2組の第1の内部電極6の平面形状が図2(c)に、第2組の第2の内部電極7の平面形状が図2(d)にそれぞれよく示されている。

【0026】

第1の内部電極4および6は、積層体2の第1の端面から第2の端面9に向かって延びるように形成され、他方、第2の内部電極5および7は、積層体2の第2の端面9から第1の端面8に向かって延びるように形成されている。

【0027】

そして、図2によく示されているように、内部電極4～7の各々の、第1および第2の端面8および9間を結ぶ方向での寸法を長手方向寸法と呼ぶとき、第1組の第1および第2の内部電極4および5の、互いに重なり合う部分の中央部12の位置は、第1および第2の内部電極4および5の長手方向寸法を調整した結果として与えられる。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部12の位置は、第1の内部電極4の長手方向寸法に比べて、第2の内部電極5の長手方向寸法を短くすることによって、サーミスタ層3の正面方向での中央部からはずれた位置に位置されている。

【0028】

同様に、第2組の第1および第2の内部電極6および7の、互いに重なり合う部分の中央部13の位置についても、第1および第2の内部電極6および7の長手方向寸法を調整した結果として与えられる。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部13の位置は、第2の内部電極7の長手方向寸法に比べて、第1の内部電極6の長手方向寸法を短くすることにより、サーミスタ層3の正面方向での中央部からはずれた位置に位置されている。

【0029】

このようにして、図2によく示されているように、第1組の第1および第2の内部電極

10

20

30

40

50

4 および 5 の互いに重なり合う部分の中央部 1 2 ならびに第 2 組の第 1 および第 2 の内部電極 6 および 7 の互いに重なり合う部分の中央部 1 3 は、ともに、サーミスタ層 3 の主面方向での中央部からずれた位置に位置し、また、これら中央部 1 2 および 1 3 は互いに異なる位置に位置している。

【0030】

その結果、図 1 に示すように、第 1 組の第 1 および第 2 の内部電極 4 および 5 によって与えられるホットスポット 1 4 と、第 2 組の第 1 および第 2 の内部電極 6 および 7 によって与えられるホットスポット 1 5 とは、積層体 2 の中央部からずれた位置であって、しかも主面方向および積層方向の双方に関して互いに異なる位置に分布するようになり、これらのことから、熱暴走による破壊が生じにくくなり、積層型正特性サーミスタ 1 の耐電圧性能を高めることができる。

【0031】

前述した第 1 および第 2 の外部電極 1 0 および 1 1 は、それぞれ、内部電極 4 ～ 7 の関連のものに対してオーミック接触を図ることが可能な下地層としてのオーミック電極層 1 6 およびその上に形成される半田等からなるめっき層 1 7 から構成される。オーミック電極層 1 6 は、たとえば、スパッタリングによって形成され、積層体 2 の端面 8 および 9 上に形成される Cr 層、その上に形成される Ni-Cu 層およびその上に形成される Ag 層から構成される。めっき層 1 7 は、上述した半田めっきのほか、Ni めっき、Sn めっき等によって形成されてもよく、通常、電気めっきを用いて形成される。

【0032】

また、積層体 2 の外表面上であって、外部電極 1 0 および 1 1 によって覆われない領域には、ガラスコート 1 8 が施されてもよい。積層体 2 を得るための焼成工程が還元性雰囲気中で行なわれるとき、焼成後において、再酸化のための熱処理が行なわれることになるが、この再酸化のための工程において、ガラスコート 1 8 を形成するための熱処理を同時に行なうようにしてもよい。

【0033】

図 3 および図 4 は、この発明の第 2 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 2 1 を説明するためのもので、それぞれ、図 1 および図 2 に対応する図である。第 2 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 2 1 は、前述の第 1 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 1 と共に多くの要素を備えているので、図 3 および図 4 において、図 1 および図 2 に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0034】

第 1 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 1 では、図 1 ならびに図 2 (b) および (c) からわかるように、第 1 組の第 2 の内部電極 5 と第 2 組の第 1 の内部電極 6 とは、互いに重なり合わないように形成されている。これに対して、第 2 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 2 1 では、図 3 ならびに図 4 (b) および (c) に示すように、第 1 組の第 2 の内部電極 5 と第 2 組の第 1 の内部電極 6 とは、各々の一部において互いに重なり合うように、長手方向寸法がより長くされている。その結果、図 3 において図示するように、これら第 2 の内部電極 5 と第 1 の内部電極 6 との間でわずかなホットスポット 2 2 が形成されることになる。

【0035】

また、図 4 に示すように、第 1 組の第 1 および第 2 の内部電極 4 および 5 の互いに重なり合う部分の中央部 1 2 と第 2 組の第 1 および第 2 の内部電極 6 および 7 の互いに重なり合う部分に中央部 1 3 とは、第 1 の実施形態の場合に比べて、互いにより近づけられ、そのため、図 3 に示すように、第 1 組の第 1 および第 2 の内部電極 4 および 5 によって与えられるホットスポット 1 4 と第 2 組の第 1 および第 2 の内部電極 6 および 7 によって与えられるホットスポット 1 5 とは、第 1 の実施形態の場合に比べて、互いにより近づけられる。

【0036】

以上のようなことから、第 2 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 2 1 によれば、

10

20

30

40

50

第1の実施形態の場合に比べて、熱が積層体2の内部にこもることを抑制する効果は小さくなる。他方、第2の実施形態による積層型正特性サーミスタ21によれば、第1の内部電極4および6と第2の内部電極5および7とのそれぞれの対向面積をより広くすることができるので、第1の実施形態の場合に比べて、積層型正特性サーミスタ21をより低抵抗化することができる。

【0037】

図5は、この発明の第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31を、図1に表示した線A-Aに沿う断面をもって示す側面図である。図6は、図5に示した積層型正特性サーミスタ31を断面で示す平面図である。図6(a)～(c)において、積層型正特性サーミスタ31は、互いに異なる断面をもって示されている。

10

【0038】

第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31についても、前述した第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1の場合と同様、積層された複数のサーミスタ層をもって構成される積層体2を備え、また、積層体2の第1および第2の端面8および9上には、それぞれ、第1および第2の外部電極10および11が形成され、また、積層体2の外表面上であって、外部電極10および11によって覆われない領域には、ガラスコート18が施されている。

【0039】

このように、第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31についても、第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1と共に多くの要素を備えている。したがって、図5および図6において、図1および図2に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

20

【0040】

積層体2の内部であって複数のサーミスタ層3間の所定の複数の界面に沿って複数の内部電極32～34が形成されている。これら内部電極32～34のすべては、図6によく示されているように、積層体2の外表面にまで引き出され、かつ、第1および第2の外部電極10および11のいずれかに電気的に接続される。

【0041】

複数の内部電極32～34は、第1の外部電極10に電気的に接続される第1の内部電極32と第2の外部電極11に電気的に接続される第2の内部電極33および34とに分類される。そして、これら内部電極32～34は、図5に示すように、互いの間にサーミスタ層3を挟んだ状態で、第1の内部電極32、第2の内部電極33、第1の内部電極32、第2の内部電極34の順序で繰り返されるように積層体2の内部に配置されている。

30

【0042】

この実施形態では、第1の内部電極32と第2の内部電極33とによって第1組が構成され、第1の内部電極32と第2の内部電極34とによって第2組が構成される。

【0043】

内部電極32～34の各々の、第1および第2の端面8および9間を結ぶ方向とは直交する方向での寸法を幅方向寸法と呼ぶとき、第1組の第1および第2の内部電極32および33の、互いに重なり合う部分の中央部35の位置は、図6によく示されているように、第1および第2の内部電極32および33の幅方向寸法を調整した結果として与えられたものである。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部35の位置は、第1の内部電極32の幅方向寸法に比べて、第2の内部電極33の幅方向寸法を短くすることによって、サーミスタ層3の主面方向での中央部からはずれた位置に位置されている。

40

【0044】

同様に、第2組の第1および第2の内部電極32および34の、互いに重なり合う部分の中央部36の位置についても、図6によく示されているように、第1および第2の内部電極32および34の幅方向寸法を調整した結果として与えられたものである。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部36の位置は、第1の内部電極32の幅方向寸法に比べて、第2の内部電極34の幅方向寸法を短くすることによって、サーミスタ層3の

50

主面方向での中央部からずれた位置に位置されている。

【0045】

このようにして、図6に示すように、第1組の第1および第2の内部電極32および33の互いに重なり合う部分の中央部35ならびに第2組の第1および第2の内部電極32および34の互いに重なり合う部分の中央部36は、ともに、サーミスタ層3の主面方向での中央部からずれた位置に位置し、また、これら中央部35および36は互いに異なる位置に位置している。

【0046】

その結果、図5に示すように、第1組の第1および第2の内部電極32および33によって与えられるホットスポット37と、第2組の第1および第2の内部電極32および34によって与えられるホットスポット38とは、積層体2の中央部からずれた位置であって、しかも互いに異なる位置に分布するようになり、このことから、熱暴走による破壊が生じにくくなり、積層型正特性サーミスタ31の耐電圧性能を高めることができる。

【0047】

図7および図8は、この発明の第4の実施形態による積層型正特性サーミスタ41を示す、それぞれ、図5および図6に対応する図である。第4の実施形態による積層型正特性サーミスタ41は、上述した第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31と共に多くの要素を備えているので、図7および図8において、図5および図6に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0048】

前述した第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31では、第2の内部電極33および34は、図5によく示されているように、積層体32の積層方向に関して、互いに重なり合わないように各々の幅方向寸法が設定されている。これに対して、第4の実施形態による積層型正特性サーミスタ41では、第2の内部電極33および34の各々の幅方向寸法がより広くされ、図7によく示されているように、第2の内部電極33および34が、積層体2の積層方向に関して、一部において互いに重なり合うように配置されている。

【0049】

その結果、第1組の内部電極32および33の互いに重なり合う部分の中央部35の位置と第2組の内部電極32および34の互いに重なり合う部分の中央部36の位置とは、互いにより近づき、したがって、第1組の内部電極32および33によって与えられるホットスポット37と第2組の内部電極32および34によって与えられるホットスポット38とは、互いにより近づく。

【0050】

そのため、第4の実施形態による積層型正特性サーミスタ41によれば、第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31に比べて、熱がこもることを抑制する効果は小さくなる。しかしながら、第1の内部電極32と第2の内部電極33および34の各々との対向面積がより広くなるので、積層型正特性サーミスタ41の抵抗値をより低くすることができる。

【0051】

図9は、この発明の第5の実施形態による積層型正特性サーミスタ51を、図1に表示した線A-Aに沿う断面をもって示す側面図である。図10は、図9に示した積層型正特性サーミスタ51を断面で示す平面図である。図10(a)～(d)において、積層型正特性サーミスタ51は、互いに異なる断面をもって示されている。

【0052】

第5の実施形態による積層型正特性サーミスタ51についても、第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1と同様、積層された複数のサーミスタ層3をもって構成される積層体2を備え、積層体2の第1および第2の端面8および9上には、それぞれ、第1および第2の外部電極10および11が形成され、また、積層体2の外表面上であって、外部電極10および11によって覆われない領域には、ガラスコート18が施されている。

【0053】

このように、第5の実施形態による積層型正特性サーミスタ51についても、第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1と共に多くの要素を備えている。したがって、図9および図10において、図1および図2に示した要素に相当する要素には同様の参考符号を付し、重複する説明は省略する。

【0054】

積層体2の内部であって複数のサーミスタ層3間の所定の複数の界面に沿って複数の内部電極52～55が形成されている。これら複数の内部電極52～55のすべては、図10に示されるように、積層体2の外表面にまで引き出され、かつ、第1および第2の外部電極10および11のいずれかに電気的に接続される。

10

【0055】

複数の内部電極52～55は、第1の外部電極10に電気的に接続される第1の内部電極52および54と第2の外部電極11に電気的に接続される第2の内部電極53および55とに分類される。

【0056】

また、複数の内部電極52～55は、第1組の第1および第2の内部電極52および53と第2組の第1および第2の内部電極54および55とに分類することができる。第1組の第1および第2の内部電極52および53ならびに第2組の第1および第2の内部電極54および55は、ともに、各々の一部がサーミスタ層3を挟んで互いに重なり合った状態で、積層体2の内部に配置されている。

20

【0057】

図10に示されるように、第1組の第1および第2の内部電極52および53の、互いに重なり合う部分の中央部56の位置は、第1および第2の内部電極52および53の幅方向寸法を調整した結果として与えられたものである。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部56の位置は、これら第1および第2の内部電極52および53の幅方向寸法を短くすることによって、サーミスタ層3の主面方向での中央部からずれた位置に位置されている。

【0058】

同様に、第2組の第1および第2の内部電極54および55の、互いに重なり合う部分の中央部57の位置についても、第1および第2の内部電極54および55の幅方向寸法を調整した結果として与えられたものである。より具体的には、互いに重なり合う部分の中央部57の位置は、これら第1および第2の内部電極54および55の幅方向寸法を短くすることにより、サーミスタ層3の主面方向での中央部からずれた位置に位置されている。

30

【0059】

このようにして、図10によく示されているように、第1組の第1および第2の内部電極52および53の互いに重なり合う部分の中央部56ならびに第2組の第1および第2の内部電極54および55の互いに重なり合う部分の中央部57は、ともに、サーミスタ層3の主面方向での中央部からずれた位置に位置し、また、これら中央部56および57は互いに異なる位置に位置している。

40

【0060】

その結果、図9に示すように、第1組の内部電極52および53によって与えられるホットスポット58と第2組の内部電極54および55によって与えられるホットスポット59とは、積層体2の中央部からずれた位置であって、しかも互いに異なる位置に分布することになり、このことから、熱暴走による破壊が生じにくくなり、積層型正特性サーミスタ51の耐電圧性能を高めることができる。

【0061】

図11は、この発明の第6の実施形態による積層型正特性サーミスタ61を断面で示す正面図である。図12は、図11に示した積層型正特性サーミスタ61を断面で示す平面図である。図12(a)～(f)において、積層型正特性サーミスタ61は、互いに異なる

50

る断面をもって示されている。

【0062】

第6の実施形態による積層型正特性サーミスタ61についても、前述した第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1の場合と同様、積層された複数のサーミスタ層3をもって構成される積層体2を備え、積層体2の第1および第2の端面8および9上には、それぞれ、第1および第2の外部電極10および11が形成され、また、積層体2の外表面上であって、外部電極10および11によって覆われない領域には、ガラスコート18が施されている。

【0063】

このように、第6の実施形態による積層型正特性サーミスタ61についても、第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1と共通する多くの要素を備えている。したがって、図11および図12において、図1および図2に示した要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0064】

積層体2の内部であって複数のサーミスタ層3間の所定の複数の界面に沿って複数の内部電極62～67が形成されている。これら複数の内部電極62～67のすべては、積層体2の外表面にまで引き出され、かつ、第1および第2の外部電極10および11のいずれかに電気的に接続される。

【0065】

複数の内部電極62～67は、第1の外部電極10に電気的に接続される第1の内部電極62、65および66と第2の外部電極11に電気的に接続される第2の内部電極63、64および67とに分類される。

【0066】

また、内部電極62～64については、積層体2の積層方向に関して、第1の内部電極62、第2の内部電極63、第1の内部電極62、第2の内部電極64の順序で繰り返されるように配置されている。他方、内部電極65～67については、第1の内部電極65、第2の内部電極67、第1の内部電極66、第2の内部電極67の順序で繰り返されるように配置されている。

【0067】

この第6の実施形態は、前述した第1の実施形態の特徴と第3の実施形態の特徴とを組み合わせた特徴を有しているものと位置付けすることができる。

【0068】

複数の第1の内部電極62～67のうち、第1の内部電極62と第2の内部電極63とによって第1組が構成され、第1の内部電極62と第2の内部電極64とによって第2組が構成され、第1の内部電極65と第2の内部電極67とによって第3組が構成され、第1の内部電極66と第2の内部電極67とによって第4組が構成される。

【0069】

また、第2の内部電極63および64の各々は、これらと組をなす第1の内部電極62に比べて、長手方向寸法および幅方向寸法が短くされる。また、第1の内部電極65および66の各々は、これらと組をなす第2の内部電極67に比べて、長手方向寸法および幅方向寸法が短くされる。

【0070】

その結果、第1組の内部電極62および63の互いに重なり合う部分の中央部68、第2組の内部電極62および64の互いに重なり合う部分の中央部69、第3組の内部電極65および67の互いに重なり合う部分の中央部70、ならびに第4組の内部電極66および67の互いに重なり合う部分の中央部71の各々の位置は、サーミスタ層3の主面方向での中央部からずれた位置に位置される。しかも、これら中央部68～71は、互いに異なる位置に位置されている。

【0071】

その結果、図11に示すように、第1組の内部電極62および63によって与えられる

10

20

30

40

50

ホットスポット 7 2 と、第 2 組の内部電極 6 2 および 6 4 によって与えられるホットスポット 7 3 と、第 3 の内部電極 6 5 および 6 7 によって与えられるホットスポット 7 4 と、第 4 の内部電極 6 6 および 6 7 によって与えられるホットスポット 7 5 とは、積層体 2 の中央部からはずれた位置であって、しかも互いに異なる位置に分布するようになる。

【0072】

そして、ホットスポット 7 2 および 7 3 とホットスポット 7 4 および 7 5 とは、正面方向および積層方向の双方に関して互いに異なる位置に分布し、ホットスポット 7 2 とホットスポット 7 3 は、正面方向に関して互いに異なる位置に分布し、ホットスポット 7 4 とホットスポット 7 5 とは、正面方向に関して互いに異なる位置に分布する。

【0073】

これらのことから、熱暴走による破壊が生じにくくなり、積層型正特性サーミスタ 6 1 の耐電圧性能を高めることができる。

【0074】

図 13 は、この発明の第 7 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 8 1 を示す、図 6 に対応する図である。図 13 において、図 6 に示す要素に相当する要素には同様の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0075】

第 7 の実施形態による積層型正特性サーミスタ 8 1 は、次のような特徴を有している。

【0076】

すなわち、第 1 の内部電極 3 2 における、第 1 の外部電極 1 0 との電気的接続を図るための接続端縁部 8 2 、第 2 の内部電極 3 3 における、第 2 の外部電極 1 1 との電気的接続を図るための接続端縁部 8 3 、および第 2 の内部電極 3 4 における、第 2 の外部電極 1 1 との電気的接続を図るための接続端縁部 8 4 が、幅広に形成されている。これによって、第 1 の内部電極 3 2 と第 1 の外部電極 1 0 との接触面積、第 2 の内部電極 3 3 および 3 4 の各々と第 2 の外部電極 1 1 との接触面積をより広くすることができ、電気的接続を安定化させ、抵抗値のばらつきを抑制することができる。

【0077】

なお、第 7 の実施形態における上述のような特徴的構成は、第 3 の実施形態に限らず、第 1 、第 2 、第 4 ないし第 6 の実施形態においても同様に採用することができる。

【0078】

次に、この発明による効果を確認するために実施した実験例について説明する。

【0079】

この実験例においては、

(1) 図 3 および図 4 を参照して説明した第 2 の実施形態に基づき、実施例 1 に係る積層型正特性サーミスタ 2 1 を作製し、

(2) 図 5 および図 6 を参照して説明した第 3 の実施形態に基づき、実施例 2 に係る積層型正特性サーミスタ 3 1 を作製し、

(3) 互いに対向する第 1 および第 2 の内部電極が互いに同じ形状および寸法とされている特許文献 1 に記載のような積層型正特性サーミスタと同様の構成に従って、比較例に係る積層型正特性サーミスタを作製した。

【0080】

まず、 $BaCO_3$ 、 TiO_2 および Sm_2O_3 の各粉末を用意し、 $(Ba_{0.9998}Sm_{0.0002})TiO_3$ となるように、これら原料粉末を調合した。

【0081】

次に、得られた混合粉末に、純水を加えて、ジルコニアボールとともに、10 時間混合粉碎し、乾燥後、900℃の温度で 2 時間仮焼した。

【0082】

次に、この仮焼粉末に、有機バインダ、分散剤および水を加えて、ジルコニアボールとともに、数時間混合し、得られたスラリーから、厚さ 10 μm のグリーンシートを成形した。

10

20

30

40

50

【0083】

次に、グリーンシート上に、スクリーン印刷法によって、ニッケルを導電成分とする導電性ペーストを付与し、乾燥させることによって、内部電極となる導電性ペースト膜が形成されたグリーンシートを作製した。ここで、グリーンシート上に形成された導電性ペースト膜の寸法および配置に関して、次のように設定した。すなわち、後述するカット工程、焼成工程および研磨工程の後での寸法において、積層体2の平面寸法が2.0mm×1.2mmであるのに対し、

(1) 実施例1では、図4を参照しながら説明すると、内部電極4～7の各々のサイドマージン(積層体2の端面8および9間を連結する側面との間の間隔)を0.1mmとし、内部電極4および7のエンドマージン(積層体2の端面8および9の各々までの間隔)を0.1mmとし、内部電極5および6のエンドマージンを0.9mmとし、

10

(2) 実施例2では、図6を参照しながら説明すると、内部電極32のサイドマージンおよびエンドマージンをともに0.1mmとし、内部電極33および34の各々の短い方のサイドマージンを0.08mmとし、同じく長い方のサイドマージンを0.6mmとし、同じくエンドマージンを0.1mmとし、

(3) 比較例では、内部電極の各々のサイドマージンおよびエンドマージンをともに0.1mmとした。

20

【0084】

次に、上述のように導電性ペースト膜が形成された複数のグリーンシートを積層するとともに、その上下に、導電性ペースト膜を形成していない保護用のグリーンシートを積層し、次いで圧着した後、所定の寸法にカットすることによって、チップ状の生の積層体を得た。

20

【0085】

次に、生の積層体を、大気中において350℃の温度で脱脂処理した後、H₂／N₂ = 3%の還元性雰囲気中において1300℃の温度で2時間焼成して、焼結後の積層体を得た。

30

【0086】

次に、焼結後の積層体をSiおよびAlからなる研磨メディアとともにバレル研磨し、積層体の角部分および稜線部分を丸くするように処理した後、積層体に対して、再酸化のための熱処理を施した。

30

【0087】

次に、外部電極を形成するため、積層体の両端面上に、スパッタリングによって、Cr層、その上にNi-Cu層およびその上にAg層を順次形成することによって、オームック電極層を形成し、次いで、オームック電極層上に、半田からなるめっき層を形成した。

40

【0088】

このようにして、2.0mm×1.2mm×1.2mmの寸法を有する積層体を備える、実施例1および2ならびに比較例の各々に係る積層型正特性サーミスタを得た。なお、これら実施例1および2ならびに比較例の各々に係る積層型正特性サーミスタは、内部電極の対向面積が互いに同じになるように、内部電極の積層数を調整することによって、ともに、室温において0.3Ωの抵抗値が得られるようにした。

40

【0089】

次に、実施例1および2ならびに比較例の各々に係る積層型正特性サーミスタについて、各20個の試料を用いて、耐電圧試験を実施した。耐電圧試験は、直流電源に直列に接続された端子に、各試料に係る積層型正特性サーミスタを挿み、20Vから2V毎昇圧し、かつ各電圧において1分間印加した状態を保持する、ステップアップによる昇圧を適用することにより実施した。そして、試料となる積層型正特性サーミスタが破壊するまで昇圧し、破壊の直前の電圧を、耐電圧とした。

40

【0090】

このようにして求められた耐電圧の平均値、最大値、最小値および標準偏差値が、表1に示されている。

50

【0091】

【表1】

| | 耐電圧[V] | | | |
|------|--------|-----|-----|-------|
| | 平均値 | 最大値 | 最小値 | 標準偏差値 |
| 実施例1 | 40.1 | 42 | 38 | 1.24 |
| 実施例2 | 42.6 | 46 | 38 | 1.77 |
| 比較例 | 31.6 | 36 | 28 | 2.80 |

10

【0092】

表1からわかるように、実施例1および2によれば、比較例に比べて、耐電圧性能が著しく向上している。このことから、実施例1および2によれば、ホットスポットが2箇所に分布されることによって、比較例に比べて、積層体に熱がこもりにくく放散されやすくなっていることがわかる。

【0093】

以上、この発明に係る積層型正特性サーミスタの説明を、図示した実施形態に関連して説明したが、この発明の範囲内において、その他種々の変形例が可能である。また、図1、図3、図5、図7、図9および図11において図示された複数の内部電極は、その典型的なもののみを図示したにすぎず、内部電極の積層数の増減は、必要とする設計に応じて任意に行なうことができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】この発明の第1の実施形態による積層型正特性サーミスタ1を断面で示す正面図である。

【図2】図1に示した積層型正特性サーミスタ1を断面で示す平面図であり、(a)は、第1の内部電極4が通る断面を示し、(b)は、第2の内部電極5が通る断面を示し、(c)は、第1の内部電極6が通る断面を示し、(d)は、第2の内部電極7が通る断面を示している。

【図3】この発明の第2の実施形態による積層型正特性サーミスタ21を断面で示す正面図である。

30

【図4】図3に示した積層型正特性サーミスタ21を断面で示す平面図であり、(a)は、第1の内部電極4が通る断面を示し、(b)は、第2の内部電極5が通る断面を示し、(c)は、第1の内部電極6が通る断面を示し、(d)は、第2の内部電極7が通る断面を示している。

【図5】この発明の第3の実施形態による積層型正特性サーミスタ31を、図1に表示した線A-Aに沿う断面をもって示す側面図である。

【図6】図5に示した積層型正特性サーミスタ31を断面で示す平面図であり、(a)は、第2の内部電極33が通る断面を示し、(b)は、第1の内部電極32が通る断面を示し、(c)は、第2の内部電極34が通る断面を示している。

40

【図7】この発明の第4の実施形態による積層型正特性サーミスタ41を、図1に表示した線A-Aに沿う断面をもって示す側面図である。

【図8】図7に示した積層型正特性サーミスタ41を断面で示す平面図であり、(a)は、第2の内部電極33が通る断面を示し、(b)は、第1の内部電極32が通る断面を示し、(c)は、第2の内部電極34が通る断面を示している。

【図9】この発明の第5の実施形態による積層型正特性サーミスタ51を、図1に表示した線A-Aに沿う断面をもって示す側面図である。

【図10】図9に示した積層型正特性サーミスタ51を断面で示す平面図であり、(a)は、第1の内部電極52が通る断面を示し、(b)は、第2の内部電極53が通る断面を示し、(c)は、第1の内部電極54が通る断面を示し、(d)は、第2の内部電極55が通る断面を示している。

50

が通る断面を示している。

【図11】この発明の第6の実施形態による積層型正特性サーミスタ61を断面で示す正面図である。

【図12】図11に示した積層型正特性サーミスタ61を断面で示す平面図であり、(a)は、第2の内部電極63が通る断面を示し、(b)は、第1の内部電極62が通る断面を示し、(c)は、第2の内部電極64が通る断面を示し、(d)は、第1の内部電極65が通る断面を示し、(e)は、第2の内部電極67が通る断面を示し、(f)は、第1の内部電極66が通る断面を示している。

【図13】この発明の第7の実施形態による積層型正特性サーミスタ81を説明するための図6に対応する図である。

10

20

20

【符号の説明】

【0095】

1, 21, 31, 51, 61, 81 積層型正特性サーミスタ

2 積層体

3 サーミスタ層

4, 6, 32, 52, 54, 62, 65, 66 第1の内部電極

5, 7, 33, 34, 53, 55, 63, 64, 67 第2の内部電極

8 第1の端面

9 第2の端面

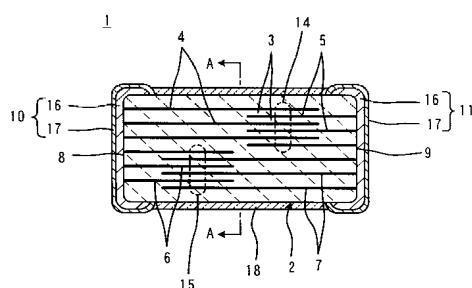
10 第1の外部電極

11 第2の外部電極

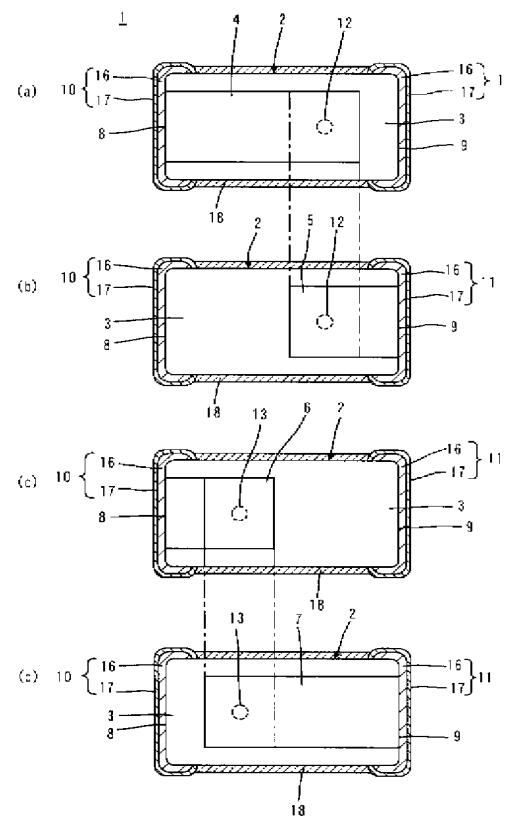
12, 13, 35, 36, 56, 57, 68~71 重なり合う部分の中央部

14, 15, 22, 37, 38, 58, 59, 72~75 ホットスポット

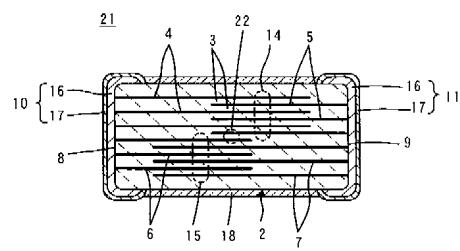
【図1】



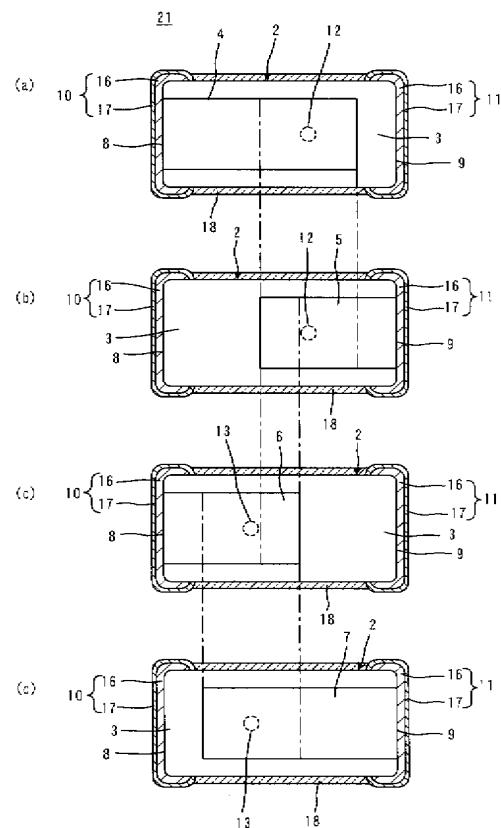
【図2】



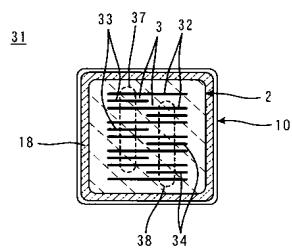
【図3】



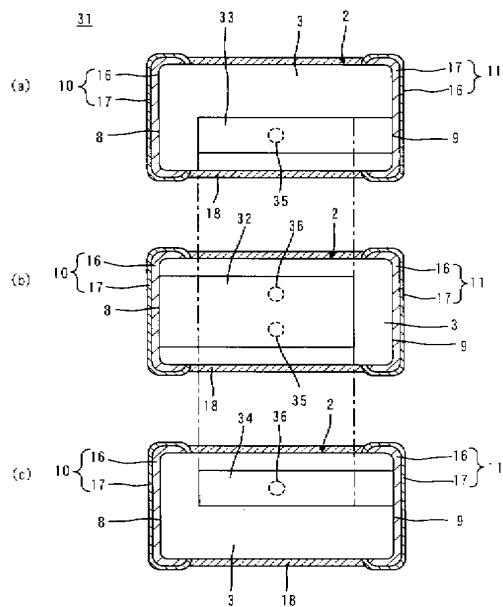
【図4】



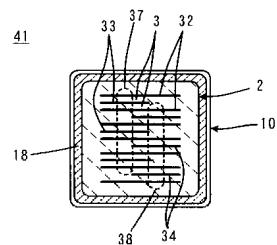
【図5】



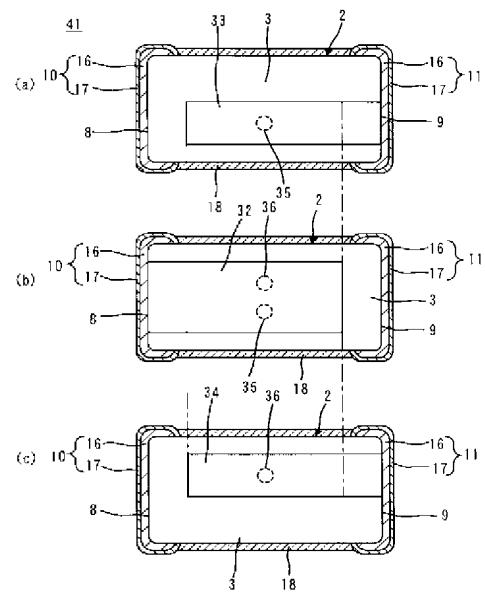
【図6】



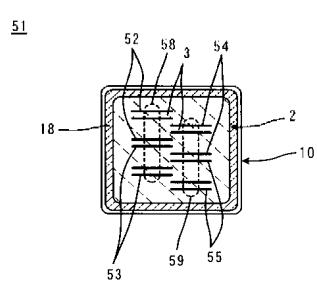
【図 7】



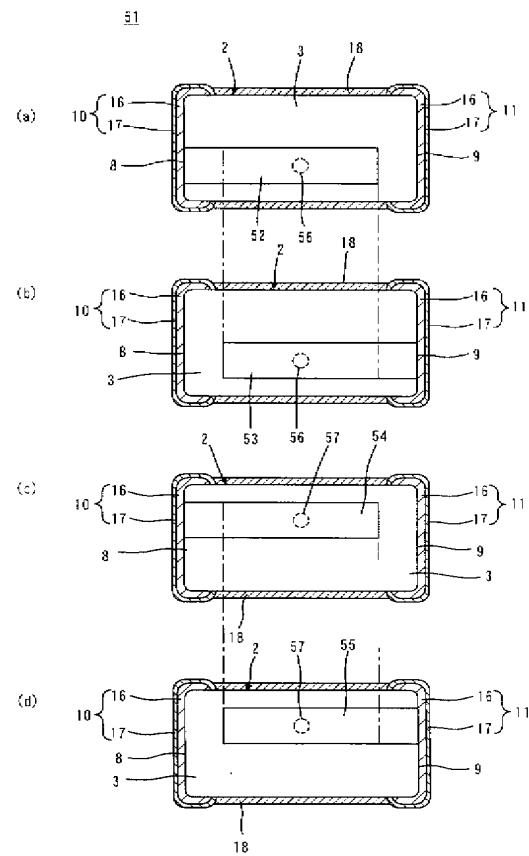
【図 8】



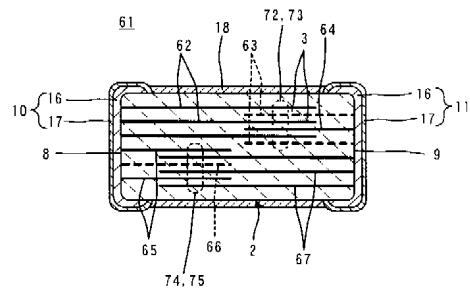
【図 9】



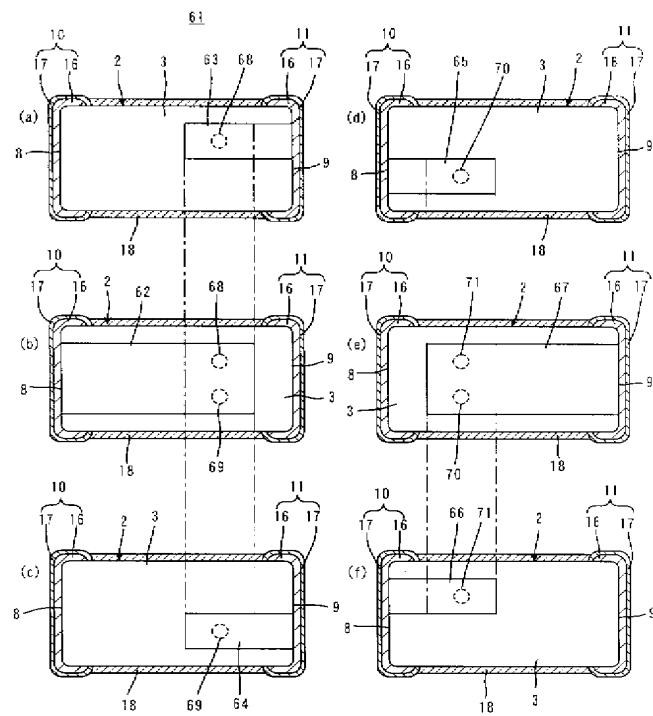
【図 10】



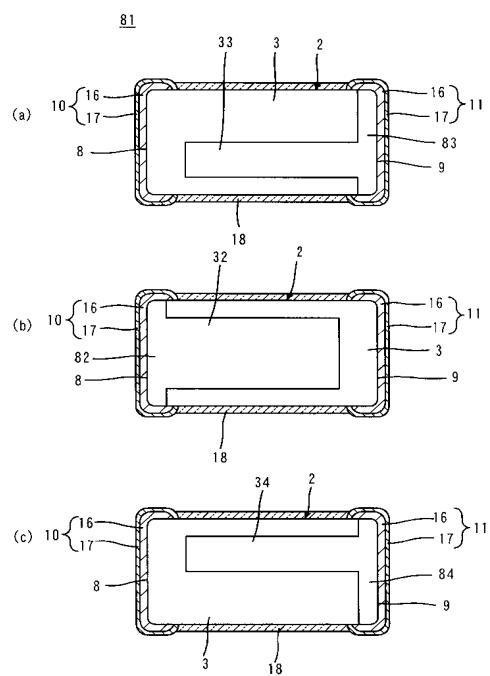
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



PAT-NO: JP02005340589A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005340589 A
TITLE: LAMINATED POSITIVE CHARACTERISTIC THERMISTOR
PUBN-DATE: December 8, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-----------------|----------------|
| MIHARA, KENJIRO | N/A |
| NIIMI, HIDEAKI | N/A |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|-------------------|----------------|
| MURATA MFG CO LTD | N/A |

APPL-NO: JP2004158971

APPL-DATE: May 28, 2004

INT-CL (IPC): H01C007/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the dielectric strength performance of a laminated positive characteristic thermistor.

SOLUTION: A hot spot 14, brought to the central part of mutually superposed part of first group internal electrodes 4, 5 formed in a laminate 2, and another hot spot 15, brought to the central part of mutually superposed part of second group internal electrodes 6, 7 formed in the laminate 2, are positioned at positions deviated from the central part of the laminate 2 with

respect to both of the direction of a main surface and the direction of lamination while these spots 14, 15 are positioned at positions different from each other.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIPI